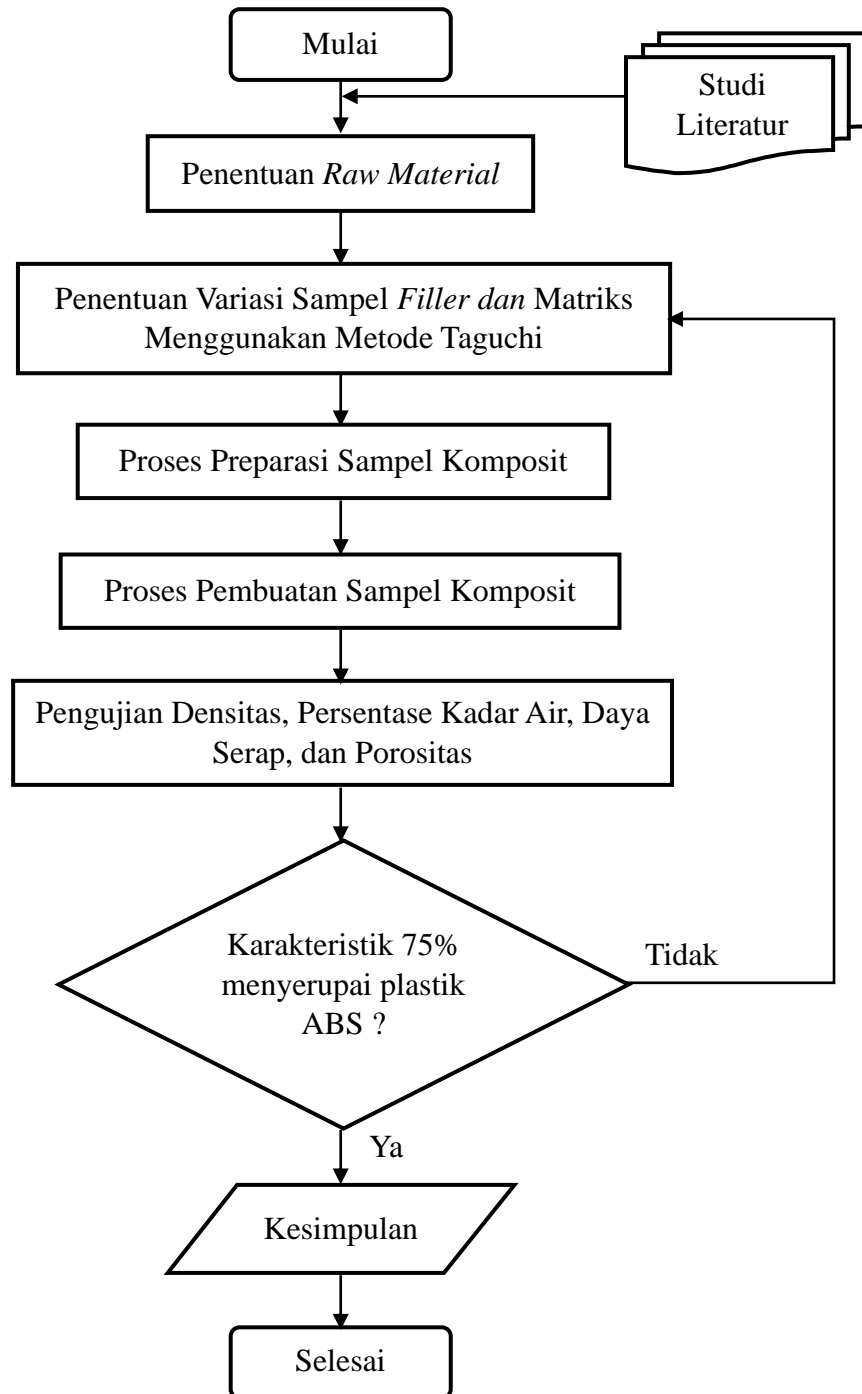


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan seperti pada diagram alir di bawah :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram penelitian 3.1 terdapat penjelasan mengenai prosedur penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode sebagai tahapan awal untuk mendapatkan referensi terkait penelitian yang akan dilakukan, diperoleh melalui jurnal, buku, dan sumber lainnya. Studi literatur ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari mengenai komposit, karakteristik sifat fisik, dan pengujiannya.

2. Penentuan Jumlah Variasi Sampel

Penentuan jumlah variasi sampel pada penelitian menggunakan metode taguchi. Metode Taguchi digunakan agar mendapatkan jumlah sampel yang sederhana. Pada penelitian ini dipilih matriks ortogonal tiga level yaitu $L_9(3^4)$ sehingga sampel yang digunakan berjumlah 9 variasi dengan setiap variasi sampel dibuat 2 pengulangan dengan menggunakan 3 level dan 4 parameter.

3. Penentuan *Raw Material*

Raw material yang ditentukan pada penelitian ini dilakukan dengan menyiapkan serbuk cangkang telur dengan ukuran 100 mesh, dan karet alam cair sebagai perekat. Pembuatan serbuk cangkang telur berukuran 100 mesh dilakukan dengan tahapan yaitu cangkang telur ayam ras dicuci dengan air, kemudian direndam pada air panas lalu dibilas dan dikeringkan dengan cara dijemur.

4. Proses Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan dengan menyiapkan serbuk cangkang telur berukuran 100 mesh. Kemudian serbuk dicampurkan dengan bahan lainnya dengan dilakukan proses *mixing* menggunakan blender. Penjelasan lebih lengkap terdapat pada anak sub bab 3.4.2.

5. Proses Pembuatan Sampel

Sampel dibuat dalam bentuk papan partikel berukuran 100x50x20 mm. Pembuatan papan partikel dilakukan dengan proses *rolling* sehingga menjadi lempengan sesuai dengan ukuran cetakan dan dilakukan proses vulkanisasi dengan mesin *hot press* dengan variasi

temperatur yaitu 150°C, 160°C , dan 170°C, kemudian variasi waktu selama 50, 60, dan 70 menit dan variasi besar tekanan 30, 40, dan 50 MPa. Selanjutnya dengan tujuan memadatkan partikel dilakukan proses pendinginan dengan mesin *cold press*. Papan partikel yang telah dibuat kemudian dipotong hingga berukuran 50x20x3mm untuk menyesuaikan dengan pengujian. Penjelasan lebih lengkap terdapat pada anak sub bab 3.4.3.

6. Pengujian Densitas, Persentase Kadar Air, Daya Serap dan Porositas
Sampel yang telah dibuat kemudian dilakukan pengujian untuk memperoleh sifat fisik berupa nilai densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas. Penjelasan lebih lengkap terdapat pada anak sub bab 3.4.4, 3.4.5, 3.4.6, dan 3.4.7.
7. Analisis Data
Setelah dilakukan pengujian, hasil pengujian akan dianalisis pengaruh komposisi *filler* terhadap nilai densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas. Analisis yang dilakukan menggunakan metode taguchi untuk menentukan nilai optimum dan metode anova untuk menentukan variasi yang paling berpengaruh terhadap nilai densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas.

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini terdapat alat dan bahan yang digunakan. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Desikator

Salah satu alat pengujian yang digunakan adalah desikator yang merupakan alat yang berfungsi menghilangkan kelembaban dari suatu bahan atau zat material seperti polimer/komposit polimer.



Gambar 3.2 Desikator

2. *Hot Press Machine*

Hot press machine digunakan untuk proses vulknisasi sulfur dengan membentuk papan partikel yang diberikan tekanan pada temperatur tertentu.



Gambar 3.3 *Hot Press Machine*

3. *Oven*

Oven berfungsi untuk mengeringkan sampel sehingga tidak ada kadar air yang terperangkap dalam sampel. Proses pengeringan pada pembuatan sampel dilakukan pada temperatur 100°C dalam kurun waktu 4 jam. Selain dalam pembuatan sampel, oven digunakan dalam pengujian untuk menentukan kadar air yang dilakukan pada temperatur 105°C selama 30 menit dan 2 jam.



Gambar 3.4 Oven

4. Cetakan

Cetakan digunakan dalam proses pembuatan papan partikel untuk memperoleh ukuran sebesar 100x50x20 mm. Cetakan berbahan besi sehingga dapat menahan panas saat proses vulkanisasi dengan mesin *hot press*.



Gambar 3.5 Cetakan

5. *Cold Press Machine*

Cold press machine digunakan untuk proses pendinginan sampel setelah melalui mesin *hot press*. Proses pendinginan dilakukan agar sampel kembali pada temperatur normal tanpa mengalami penambahan temperatur yang dapat mengakibatkan pemuaian sehingga sampel mengembang.



Gambar 3.6 *Cold Press Machine*

6. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk melakukan pengukuran dimensi seperti panjang, lebar, dan tebal.



Gambar 3.7 Jangka Sorong

7. Cawan Keramik

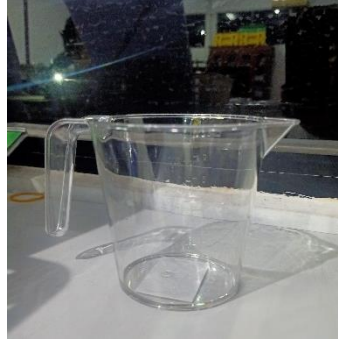
Cawan keramik digunakan sebagai wadah sampel komposit untuk pengujian kadar air.



Gambar 3.8 Cawan Keramik

8. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan sebagai wadah untuk perendaman sampel komposit



Gambar 3.9 Gelas Ukur

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Serbuk Cangkang Telur Ayam

Serbuk cangkang telur ayam merupakan bahan utama yang menjadi *filler* pada pembuatan biokomposit.



Gambar 3.10 Serbuk Cangkang Telur Ayam

2. Karet Alam Cair

Karet alam cair digunakan sebagai bahan perekat (matriks) pada pembuatan biokomposit.



Gambar 3.11 Karet Alam Cair

3. Sulfur

Sulfur digunakan sebagai bahan proses vulkanisasi karet alam yang memberikan sifat elastis dan kuat pada pembuatan sampel.



Gambar 3.12 Sulfur

4. ZnO

Seng oksida digunakan sebagai aktivator dan akselator dalam proses vulkanisasi karet alam.



Gambar 3.13 ZnO

5. Asam Stearat

Asam stearat berfungsi sebagai bahan pelunak sehingga sampel mudah dibentuk.



Gambar 3.14 Asam Stearat

6. Akuades

Akuades digunakan sebagai cairan untuk pendaman sampel komposit pada pengujian daya serap air.



Gambar 3.15 Akuades

3.3 Variabel Pengujian

Pada penelitian ini terdapat variabel pengujian sebagai berikut :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah jenis *filler* dengan ukuran 100 mesh dan matriks yang digunakan.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas.

3. Variabel Kontrol

- a. Komposisi *filler* sebesar 55%, 60%, dan 65%
- b. Tekanan *hot press* sebesar 30, 40, dan 50 MPa.
- c. Temperatur *hot press* sebesar 150°C, 160°C, dan 170°C.
- d. Waktu *hot press* selama 50, 60, dan 70 menit.

3.4 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan. Adapun tahapan prosedur yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

3.4.1 Penentuan Variasi Sampel

Penentuan variasi sampel dilakukan untuk menentukan berapa sampel yang perlu dibuat berdasarkan banyaknya faktor dan

banyaknya level. Penentuan variasi sampel dilakukan melalui metode taguchi untuk menyederhakan jumlah sampel. Jumlah sampel dapat ditentukan menggunakan matriks ortogonal berdasarkan derajat kebebasan dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{fl} = \text{Banyak Faktor} \times (\text{banyak level} - 1)$$

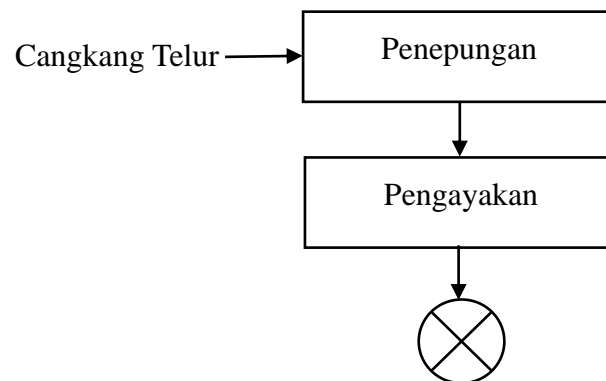
Setelah didapatkan derajat kebebasan maka nilai tersebut digunakan untuk memiliki matriks ortogonal rancangan eksperimen. Matriks ortogonal yang dipilih yaitu sama dengan derajat kebebasan atau lebih besar dari derajat kebebasan. Berikut adalah matriks ortogonal tiga level (Krishnaiah & Shahabudeen, 2012)

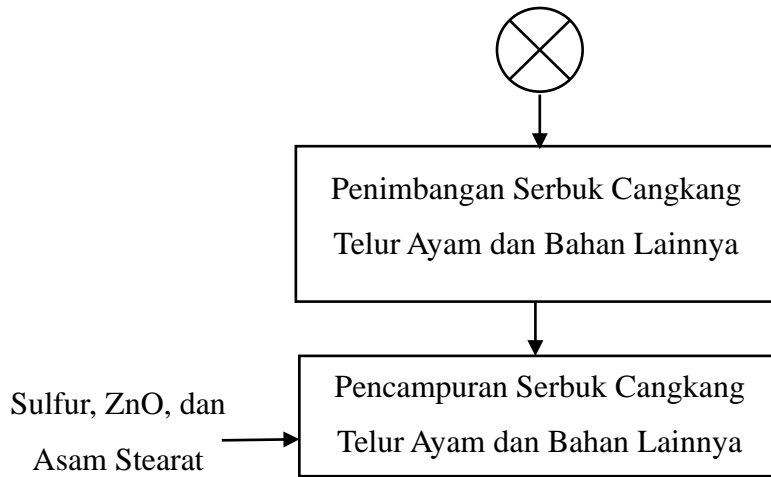
Tabel 3.1 Matrik Otrogonal Tiga Level

Matrik Ortogonal Tiga Level		
$L_9(3^4)$	$L_{27}(3^{11})$	$L_{81}(3^{40})$

3.4.2 Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan agar serbuk cangkang telur memiliki ukuran yang diinginkan yaitu 100 mesh. Proses preparasi ini dilakukan dengan melalui penepungan, kemudian pengayakan dengan saringan 100 mesh, dan pencampuran serbuk cangkang telur dengan bahan lainnya menggunakan *mixer*.

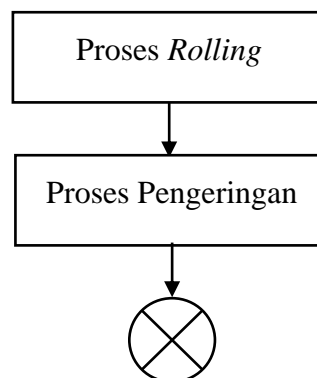


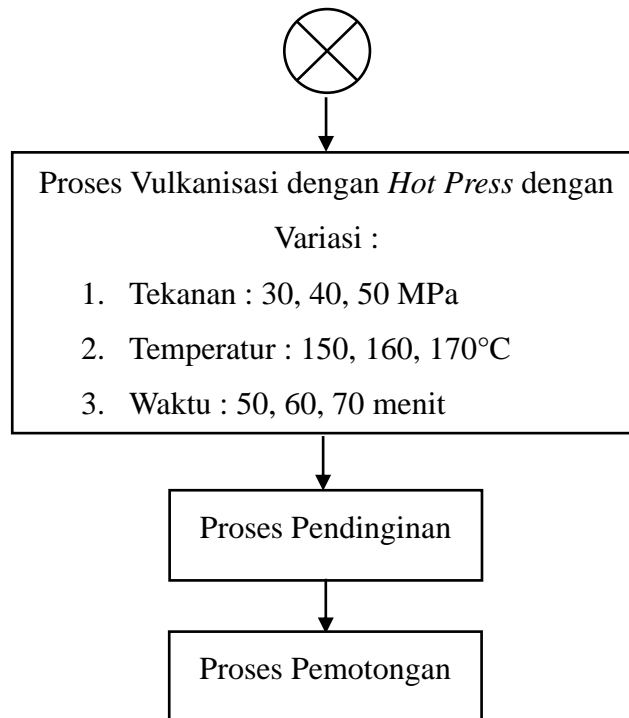


Gambar 3.16 Diagram Alir Preparasi Sampel

3.4.3 Pembuatan Sampel

Setelah proses pencampuran semua bahan dilakukan, selanjutnya dilakukan pembuatan sampel dengan *merrolling* menggunakan mesin *roll*. Sampel yang telah di *rolling* kemudian dilakukan proses pengeringan untuk menghilangkan kadar air dengan oven pada suhu 100°C selama 4 jam. Kemudian sampel dimasukkan kedalam cetakan berukuran 100x50x20 mm untuk dilakukan proses vulkanisasi dengan menggunakan mesin *hot press* berdasarkan tekanan, temperatur, dan waktu yang telah ditentukan. Segera setelah melalui mesin *hot press*, sampel dilakukan proses pendinginan menggunakan *mesin cold press* untuk mencegah terjadinya pemuaian. Setelah papan partikel dibuat, kemudian dilakukan pemotongan hingga menjadi ukuran 50x20x3mm sesuai dengan pengujian yang akan dilakukan.





Gambar 3.17 Diagram Alir Pembuatan Sampel

3.4.4 Pengujian Sampel dan Analisis Data

Proses pengujian dilakukan pada sampel berbentuk papan partikel berukuran 50x20x3mm. Pengujian dilakukan melalui beberapa tahapan untuk mengetahui nilai densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas. Setelah didapatkan nilai tersebut kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui nilai optimum dan faktor yang paling berpengaruh.

A. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan dengan mengetahui berat cawan kosong, berat cawan kosong dengan sampel, dan berat sampel. Cawan kosong dikeringkan selama 30 menit dalam oven pada suhu 105°C, kemudian cawan tersebut didinginkan pada desikator selama 15 menit, setelah didinginkan pada desikator, cawan ditimbang. Kemudian cawan tersebut diisi sampel komposit dan ditimbang beratnya, cawan yang telah diisi sampel kemudian dimasukkan kedalam oven selama 2 jam dengan suhu

105°C selama 2 jam, cawan tersebut kemudian didinginkan kembali dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang dan dicatat hasilnya. Setelah mendapat data yang dibutuhkan kemudian dilakukan perhitungan sebagai berikut :

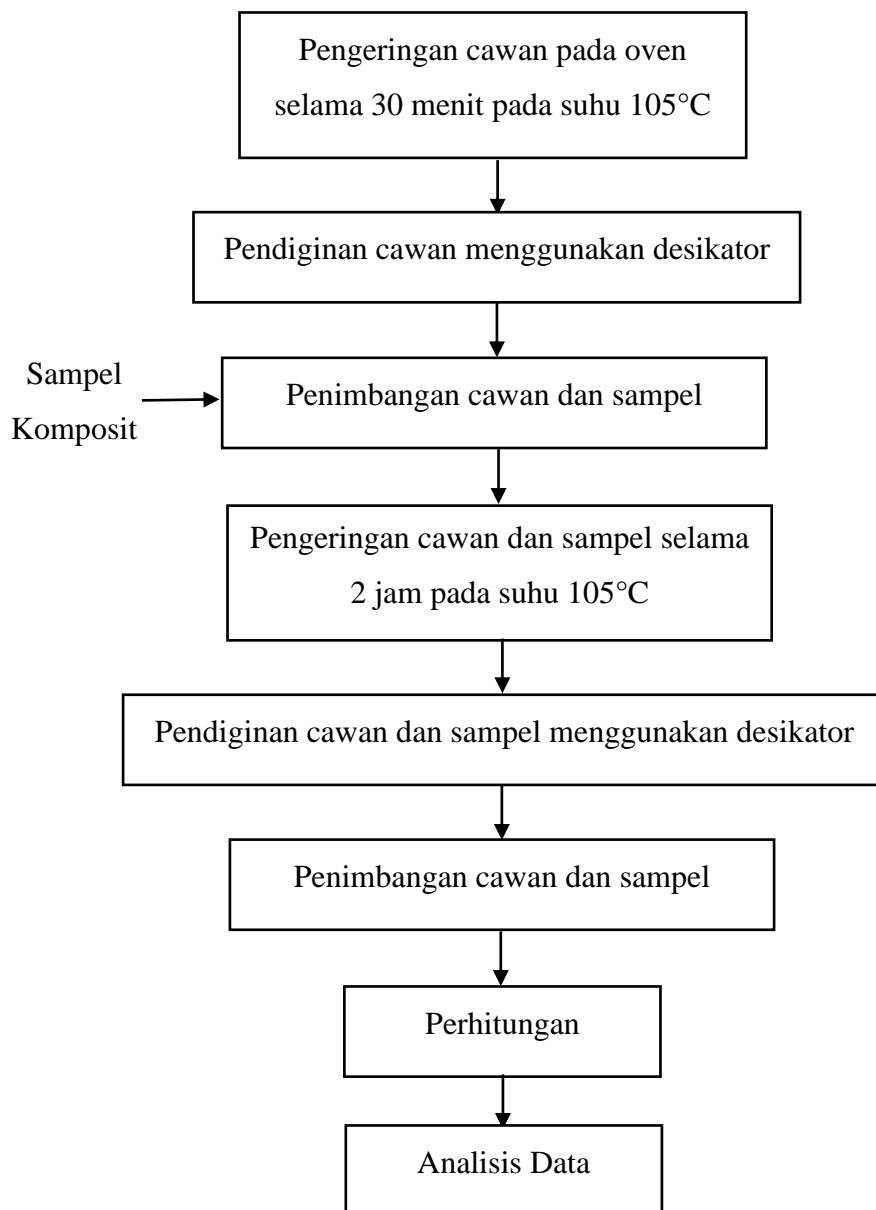
$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{A - B}{C} \times 100\% \dots\dots\dots 3.1$$

Kadar Air : Kadar air (%)

A : Berat cawan kosong + sampel (gram)

B : Berat cawan dengan sampel kering (gram)

C : Berat sampel (gram)



Gambar 3.18 Diagram Alir Pengujian Kadar Air

B. Pengujian Densitas dan Porositas

Pengujian densitas pada komposit dilakukan dengan dengan dua pengujian yaitu pengujian densitas aktual dan teoritis. Pengujian densitas aktual dilakukan dengan menimbang massa sampel dan volume sampel, kemudian dilakukan perhitungan sebagai berikut (Gibson, 2016) :

$$Volume = P \times l \times t \dots\dots\dots 3.2$$

$$\rho_m = \frac{massa}{volume} \dots\dots\dots 3.3$$

ρ_m : Densitas teoritis (gram/cm³)

P : Panjang benda (cm)

l : Lebar benda (cm)

t : Tinggi benda (cm)

$$\rho = V_a\rho_a + V_b\rho_b + V_c\rho_c + V_d\rho_d + V_e\rho_e \dots\dots\dots 3.4$$

ρ : Densitas teoritis (gram/cm³)

V_a : Frakasi volume zat a (gram)

ρ_a : Densitas zat a (gram)

Dengan mengetahui nilai densitas aktual dan teoritis pada sampel, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai porositas dengan perhitungan sebagai berikut :

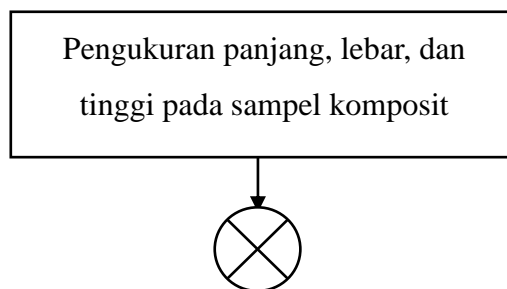
$$Porositas (\%) = \frac{\rho - \rho_m}{\rho} \times 100\% \dots\dots\dots 3.5$$

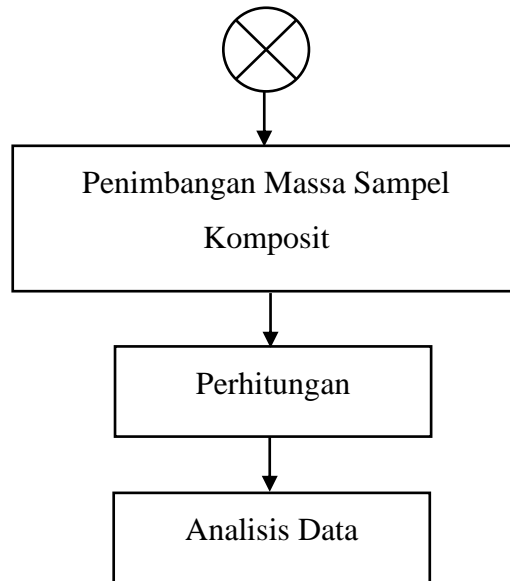
Porositas : Porositas (%)

ρ : Densitas teoritis (gram/cm³)

ρ_m : Densitas aktual (gram/cm³)

Berikut adalah diagram alir untuk pengujian densitas dan poroasitas pada sampel komposit :





Gambar 3.19 Diagram Alir Pengujian Densitas dan Porositas

C. Pengujian Daya Serap Air

Pengujian untuk mengetahui daya serap air pada komposit dilakukan dengan perendaman sampel kedalam air. Sebelum dilakukan perendaman, sampel dilakukan penimbangan untuk mengetahui massa sebelum perendaman, kemudian sampel direndam selama 24 jam dalam air. Setelah dilakukan perendaman, permukaan sampel dikeringkan menggunakan tisu hingga kering, lalu sampel ditimbang kembali untuk mengetahui massa setelah perendaman. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut :

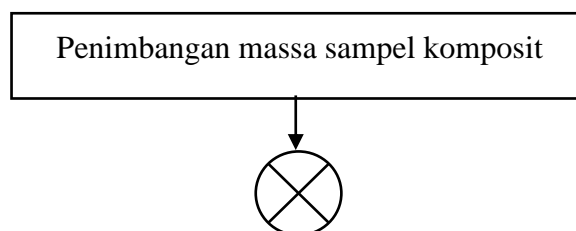
$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\% \dots\dots\dots 3.6$$

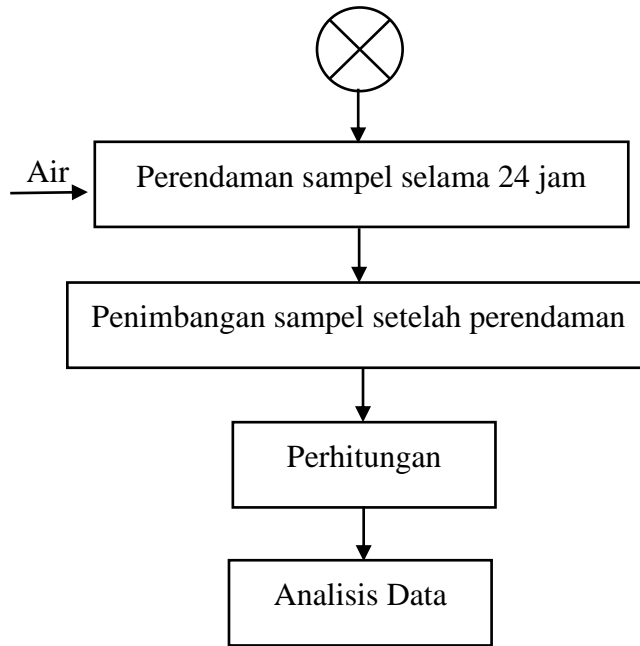
Daya Serap Air : Daya serap air (%)

m_0 : Massa sebelum perendaman (gram)

m_1 : Massa setelah perendaman (gram)

Berikut adalah diagram alir untuk pengujian daya serap air pada sampel komposit :





Gambar 3.20 Diagram Alir Pengujian Daya Serap Air

3.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada periode bulan Agustus 2023 sampai dengan Oktober tahun 2023 di Laboratorium Kimia Dasar dan Laboratorium Material, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Provinsi Banten, serta Laboratorium Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Cibinong, Kabupaten Bogor.